

PAT-NO: JP401136504A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01136504 A
TITLE: MAGNETIC LEVITATION CARRIER
PUBN-DATE: May 29, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YOSHIDA, KINJIRO
NAKAO, TAKAYOSHI
INOUCHI, HIROBUMI
SONODA, SUMITOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

YASKAWA ELECTRIC MFG CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP62293850

APPL-DATE: November 20, 1987

INT-CL (IPC): B60L013/04

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce the size and the weight of a carrier, by feeding current to an armature winding in the direction for weakening attraction force of magnetic flux produced by a permanent magnet when levitation is started while feeding current in the direction for strengthening attraction force of the flux when the levitation is stopped.

CONSTITUTION: A carrier is separated by reversing the polarity of an armature winding 12 with respect to the polarity of a control PM comprising a permanent magnet 9 and an attraction levitation electromagnet. In other words, the armature winding 12 is excited such that the phase difference

($x_{SB} < 0$)

between the centers of magnetomotive forces of the permanent magnet 9 and the armature winding 12 satisfies a relation $x_{SB} = \tau$; (pole pitch).

Thereafter, it is propelled as a synchronous linear motor with phase difference

$x_{SB} = \tau/2$ or $x_{SB} = -\tau/2$. When floating is stopped after

finish of movement of carrier, phase difference is brought to zero.

COPYRIGHT: (C)1989, JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平1-136504

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成1年(1989)5月29日

B 60 L 13/04

A-8625-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑬ 発明の名称 磁気浮上搬送装置

⑭ 特 願 昭62-293850

⑮ 出 願 昭62(1987)11月20日

⑯ 発 明 者 吉 田 欣 二 郎 福岡県福岡市東区香椎台3丁目10番11号
 ⑯ 発 明 者 中 尾 隆 義 福岡県北九州市八幡西区大字藤田2346 株式会社安川電機
 製作所内
 ⑯ 発 明 者 猪 ノ 口 博 文 福岡県北九州市八幡西区大字藤田2346 株式会社安川電機
 製作所内
 ⑯ 発 明 者 園 田 澄 利 福岡県北九州市八幡西区大字藤田2346 株式会社安川電機
 製作所内
 ⑰ 出 願 人 株式会社安川電機製作 福岡県北九州市八幡西区大字藤田2346番地
 所
 ⑱ 代 理 人 弁理士 佐藤 一雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

磁気浮上搬送装置

2. 特許請求の範囲

1. 固定子レールに対して搬送車を磁気吸引力により浮上させ走行用リニアモータで移動させる搬送装置において、

固定子レールの下面に走行方向に敷設した走行用リニアモータの電機子に電機子巻線を巻装し、

それと僅かのギャップを介して対向する制御PMを複数個搬送車に固着させ、

それら制御PMはC形電磁鋼板を積層した鉄心の両脚端面に平板状の永久磁石を電機子に対向する磁極性が相互に逆にして組み込み固着するとともに、その鉄心の脚部にそれぞれ制御巻線を巻回して構成し、

さらに搬送車に制御巻線へ流す電流を制御する浮上制御回路と電源を搭載し、

浮上制御の最大電流を必要とする浮上開始時に、永久磁石が作る磁束の吸引力を弱める方向に電機子巻線に電流を流し、搬送車を浮上させることを特徴とする磁気浮上搬送装置。

2. 浮上停止時には、永久磁石が作る磁束の吸引力を強める方向に電機子巻線に電流を流し、搬送車を浮上停止させる
 特許請求の範囲第1項記載の磁気浮上搬送装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、例えば半導体製造装置等を設置する清浄な環境下で運転される製造設備における材料の搬送、及び病院・銀行等の静寂な環境下で運転される物品の搬送のため磁気浮上して固定子レール上を無接触で搬送する装置に関する。

〔従来の技術〕

従来、この種の磁気浮上搬送装置としては、特開昭61-102105号公報に記載された装置がある。

この装置は、少なくとも下面部分が強磁性体で形成されたガイドレールに沿って走行自在に搬送車を配置し、この搬送車に永久磁石および吸引形浮上電磁石（以下、この両者を合わせて「制御PM」という）を搭載して、ガイドレールの下面部との間に生じる磁気吸引力で搬送車を浮上させる。

また、浮上電磁石への給電とその制御は搬送車に搭載したバッテリーで行なうとともに、その消費電力を低減するため、搬送車自重と荷重との和と永久磁石の磁気吸引力が釣り合うようなギャップで浮上させ、ギャップ調整時以外の定常状態では、浮上電磁石の零電流制御を行なう場合もある。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかるに、この従来例では、浮上前における搬送車は、永久磁石の下部固定子レールに引き付けられているため、浮上命令が入ると搬送車自重と荷重の和が永久磁石の磁気吸引力と釣り合うギャップ付近まで搬送車を引き離す必要がある。

ところで、制御PMの磁気吸引力はその制御

PMへの制御（励磁）電流により調整するが、一度浮上すれば制御電流は僅かなものとなるけれども、引き離すときは永久磁石の磁気吸引力が非常に強いので、電磁石によって作られる磁束はそれに勝つ必要がある。

すなわち、逆磁束は制御電流と電磁石励磁巻線巻回数の積（アンペアターン）で決まる。巻回数を増やすと制御電流は少なくなるが電源電圧は高くなり、また、逆に巻回数を減らすと制御電流が大きくなり、どちらの場合も電源容量の増加を招き、搭載するバッテリーの大形化は避けられない。

これにより、搬送車自重が重くなり、制御PMの大形化となり可搬重量の低減を強いられる。

また、浮上停止時に搬送車を固定子レールに引き上げるさいに、制御PMの磁気吸引力を強めるように制御電流を流す必要があり、これまた上記の問題に帰着する。

ここにおいて本発明は、従来例の難点を克服し、搬送車の小形・軽量化を図った磁気浮上搬送装置を提供することを、その目的とする。

— 3 —

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、

固定子レールに対して搬送車を磁気吸引力により浮上させ走行用リニアモータで移動させる搬送装置において、

固定子レールの下面に走行方向に敷設した走行用リニアモータの電機子に電機子巻線を巻装し、

それと僅かのギャップを介して対向する制御PMを複数個搬送車に固着させ、

それら制御PMはC形電磁銅板を積層した鉄心の両脚端面に平板状の永久磁石を電機子に対向する磁極性が相互に逆にして組み込み固着するとともに、その鉄心の脚部にそれぞれ制御巻線を巻回して構成し、

さらに搬送車に制御巻線へ流す電流を制御する浮上制御回路と電源を搭載し、

浮上制御の最大電流を必要とする浮上開始時に、永久磁石が作る磁束の吸引力を弱める方向に電機子巻線に電流を流し、搬送車を浮上させる磁気浮上搬送装置であり、

— 4 —

かつ、浮上停止時には、永久磁石が作る磁束の吸引力を強める方向に電機子巻線に電流を流し、搬送車を浮上停止させる磁気浮上搬送装置である。

〔作 用〕

永久磁石の起磁力の中心と電機子巻線の起磁力の中心との位相差 x_0 がほぼ

$$x_0 = \tau \quad (\text{電機子巻線の極ピッチ})$$

となるように電機子巻線を励磁するので、

浮上開始時は永久磁石の作る磁束の吸引力を弱める方向に電機子巻線に電流を流し、浮上停止時は $x_0 = 0$ もしくは強め界磁に励磁される。

〔実施例〕

本発明の一実施例における一部破断して表わした斜視図を第1図に示す。

第2図は正断面図、第3図は要部の側断面図である。

固定子レール1の下面に搬送車の走行方向に沿って両側に固着する走行用リニアモータの積層電機銅板からなる電機子2のスロットに電機子巻線

2が巻装配設される。

これに対向する搬送車では、僅かの空隙を介して固定子レール1上に磁気浮上するように、C型形状の電気鋼板を積層した脚部両端面に薄板状永久磁石9を両端の磁極性が相互に逆にして組み込み固着させ、両脚部にそれぞれ制御巻線8を巻回し、浮上制御回路および電源が搭載され、搬送車の自重と荷重の和と永久磁石9の磁気吸引力と釣り合い制御が行なわれる。

つまり、制御巻線8に流す電流を制御し、定常状態では零電流制御を行ない消費電力を極力抑え、待機時には搬送車は永久磁石9の力で上側に引き付けられ、両側の制御PMのそれぞれ外側に突出して固着された非常用車輪6の車輪の外周面が固定子レール1の下面に当接し固定される。なお、磁気吸引力より大きい荷重がテーブル11に載置されたときなど、テーブル11の下面両側に突出固着された非常用車輪5が、固定子レール1の上面に当接し固定される。

そうして、搬送車の両側前後で計4個の制御P

- 7 -

減少させ吸引力を弱めて、搬送車の切り離しを行なう。

つまり、第4図に示す永久磁石9の起磁力41の中心と電機子巻線12の起磁力42の中心との位相差 x_0 が、

$$x_0 = \tau \text{ (極ピッチ)}$$

となるように電機子巻線12を励磁する。

これにより第5図に示すように(a)の推力 F_x を表わす曲線51が零となり、(b)の吸引力 F_z を示す曲線52は永久磁石の吸引力直線53より下位になる最小値となる。

一例として、制御PM3と電機子巻線12との位置関係が第6図のような場合を考える。

いま、電機子巻線U相、V相、W相に流れる電流は可変であるが、ある時点でみれば直流電流 I_m として表わせるから、

U、V、W相の電流を I_U 、 I_V 、 I_W とすれば

$$I_U = I_m$$

Mとその中心位置にギャップセンサ4がそれぞれ配設され、安定のために非常用車輪5、6はともに4個ずつ備えており、電機子2には每極毎相のスロット数 $q=2$ として発生する移動磁界の波形がより正弦波に近似させるようにしてスロット12に3相交流巻線を巻装してあり、U、V、W相に対応するU、V、Wは同相逆方向電流を表わし、電機子巻線12によって発生する移動磁界に基づき制御PM3の積層電気鋼板の鉄心が誘導子を形成し、浮上中の搬送車に移動推力を与える。なお、ベDESTAL 10は全重量を支える基台をなす。

このような制御を行なう実施例において、その浮上開始、停止動作は次の手順で行なう。

① 固定子レール1側に配設された磁極検出器(図示せず)により、搬送車に取り付けられた制御PMの磁極と電機子巻線12との位置関係を検出する。

② 制御PM3の磁極に対し、電機子巻線の磁極を逆極性にするることにより、ギャップ部の磁束を

- 8 -

$$I_V = -\frac{1}{2} I_m$$

$$I_W = -\frac{1}{2} I_m$$

である。

このときの電機子巻線の起磁力波形は第7図のようになる。

(a)は電機子巻線12と永久磁石9の位置関係と各相電流方向ならびに永久磁石極性を示し、(b)～(f)の横軸は(a)の位置関係に対応しており、(b)は電流 I_U 、(c)は電流 I_V 、(d)は電流 I_W 、(e)はUVW3相合成、(f)は永久磁石9のそれぞれ起磁力を表わす。

したがって、ギャップ部の磁束を減少させる。

③ 電機子巻線12による搬送車の固定子レール1からの切り離しに引き続き、制御PM3の制御巻線8により、永久磁石9の磁気吸引力と搬送車自重と荷重の和が釣り合うギャップへ微調整を行ない、零電流制御を行なう。

④ その後、位相差 $x_0 = \frac{\tau}{2}$ (正方向) ある

いは位相差 $x_0 = -\frac{\tau}{2}$ (負方向) とすること

で、リニア同期電動機としての推進を行なう。

このさい、加減速の度合によっては吸引力が変化するので、制御巻線 8 により、零電流となるギャップへの調整もギャップセンサ 4、制御回路 7 により行なう。

⑤ 搬送車の移動終了後に浮上停止を行なうには、

位相差 $x_0 = 0$

とすることにより、ギャップ部の磁束を増加させることでなされる。

第 6 図のような位置関係の場合は、

$$I_U = -I_D$$

$$I_V = \frac{1}{2} I_D$$

$$I_W = \frac{1}{2} I_D$$

— 11 —

なされ、

制御 PM の発熱が抑えられるため、永久磁石の熱による特性劣化を防ぐことができ、浮上制御系の安定化が図れる

という数多くの格段の効果を奏するに至り、効率、制御性、信頼性の著しく向上した磁気浮上搬送装置が得られる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例の一部を破断した斜視図、第 2 図は正断面図、第 3 図は要部の側断面図、第 4 図は永久磁石と電機子巻線の起磁力の関係図、第 5 図は位相差 x_0 と推力 F_x ならびに吸引力 F_z の関係図、第 6 図は電機子巻線の作る磁石による浮上停止時の浮上開始時の磁束と永久磁石の磁束の方向説明図、第 7 図は浮上開始時の各起磁力の位置対応図、第 8 図は浮上停止時の各起磁力の位置対応図である。

1…固定子レール、2…電機子、3…制御 PM、4…ギャップセンサ、5、6…非常用車輪、7…

— 13 —

として、第 8 図に表わすように、(e)、(f) の起磁力を相加し、吸引力を増加させて制御 PM 3 を非常用車輪 6 が固定子レール 1 の下面に当接するまで引き上げる。なお、第 8 図は第 7 図の説明に準じる。第 6 図の永久磁石 9 の発生する磁束 6 1 (実線) の方向に対し、電機子巻線 1 2 の作る磁束で浮上停止時の磁束 6 2 (点線) は同方向になり、浮上開始時は磁束 6 3 (点線) は逆方向となる。

〔発明の効果〕

かくして本発明によれば、次に掲げるように、制御 PM の消費電力が小さいため、搬送車に搭載するバッテリー（電源）の小形化がなされ、搬送車全体の小形軽量化が行え、

搬送車が小形で軽量になるので、永久磁石も小形化することができるから制御巻線を巻回する電磁石部が小さくなり、

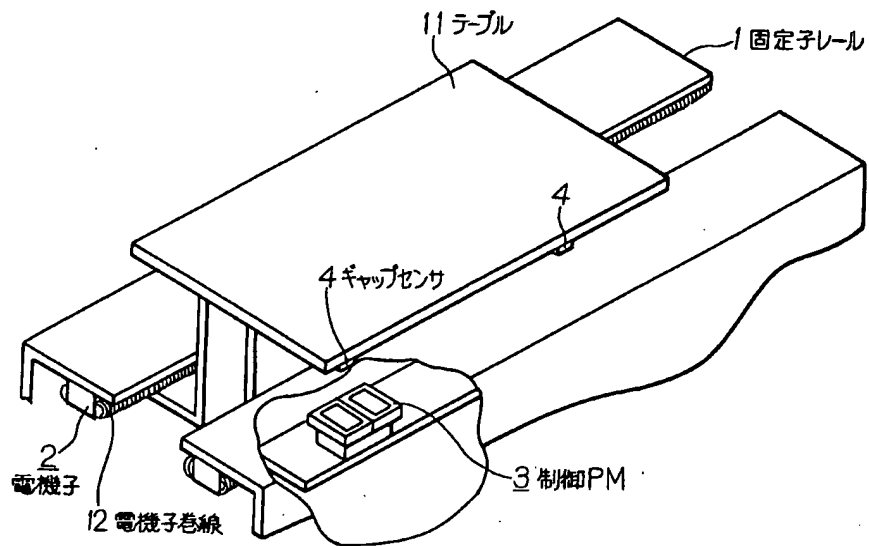
制御 PM の電流電圧ともに小さくできるので、浮上制御を行なうパワー部におけるパワー素子の小容量化が可能となり、応答速度等の特性改善が

— 12 —

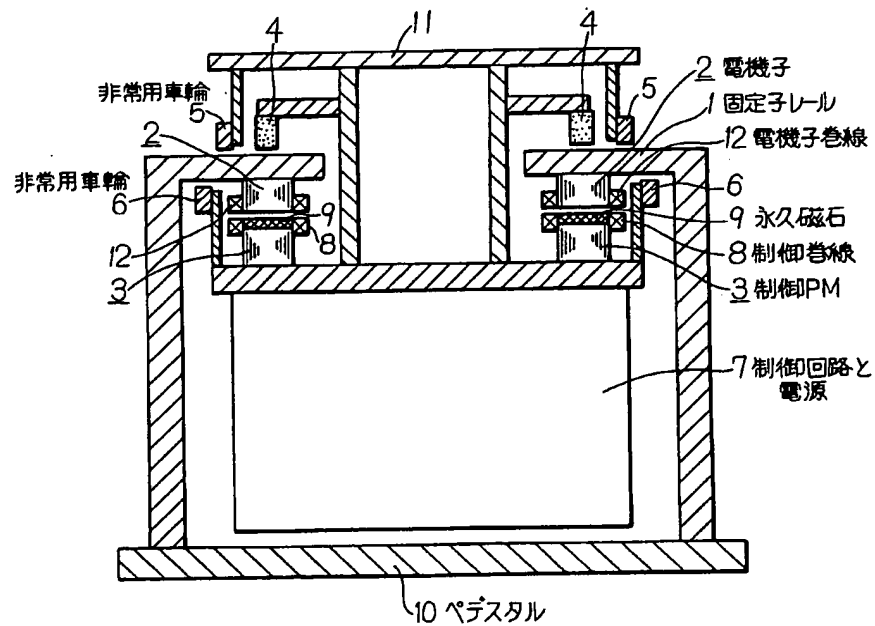
制御回路と電源、8…制御巻線、9…永久磁石、10…ベDESTAL。

出願人代理人 佐 藤 一 雄

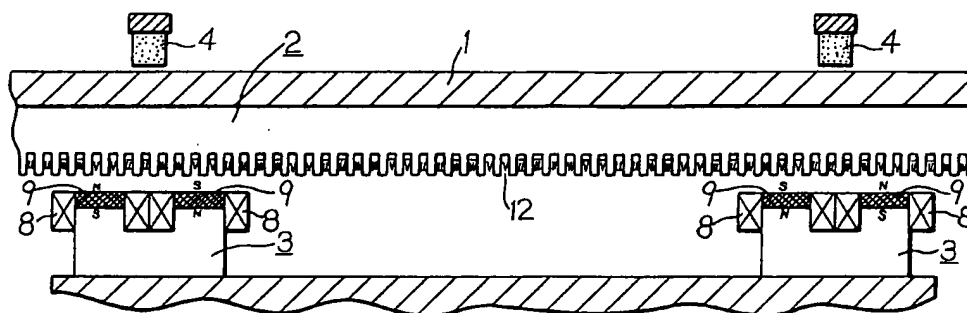
— 14 —



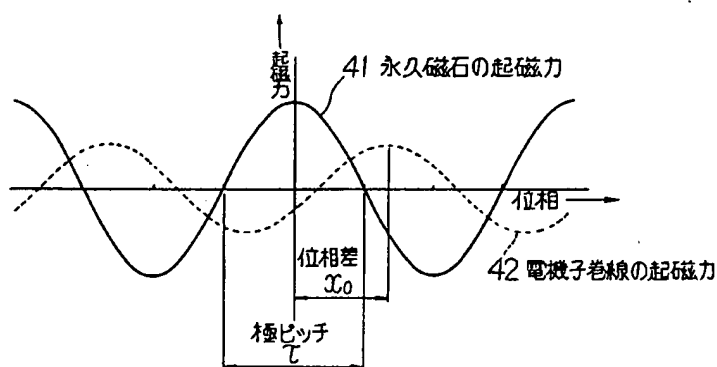
第1図



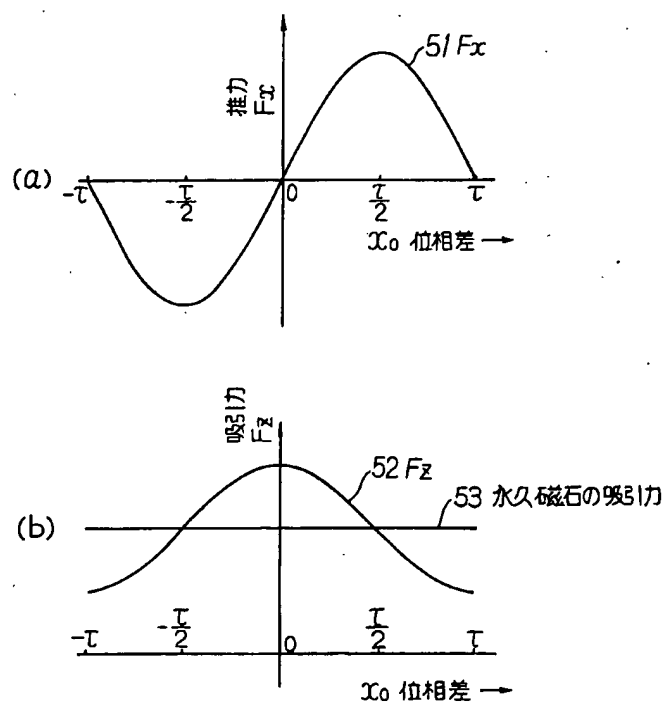
第2図



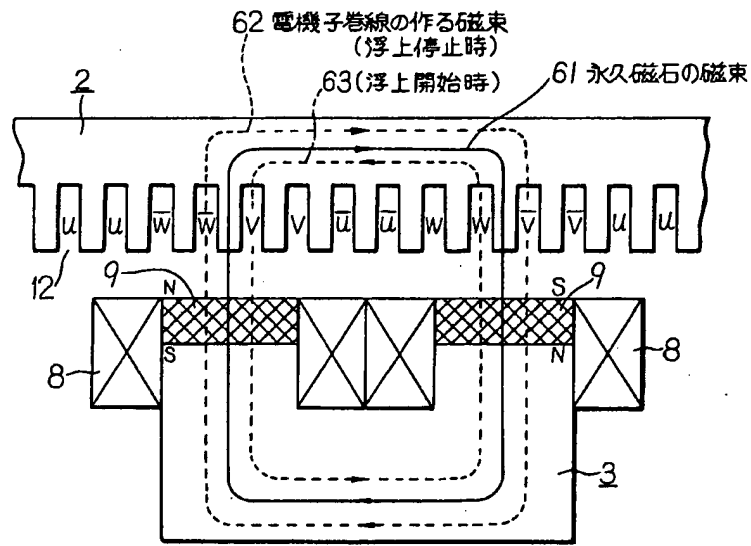
第3図



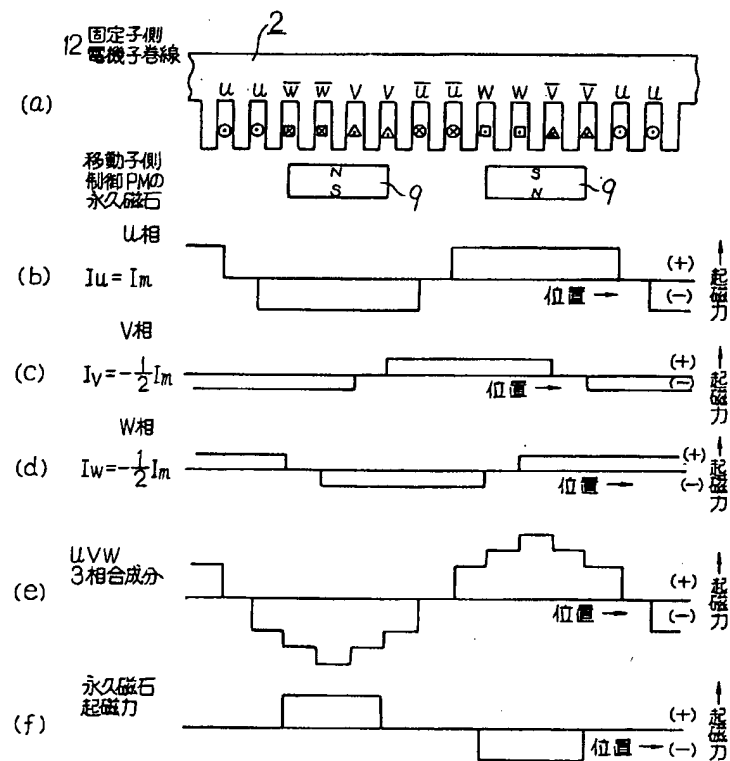
第4図



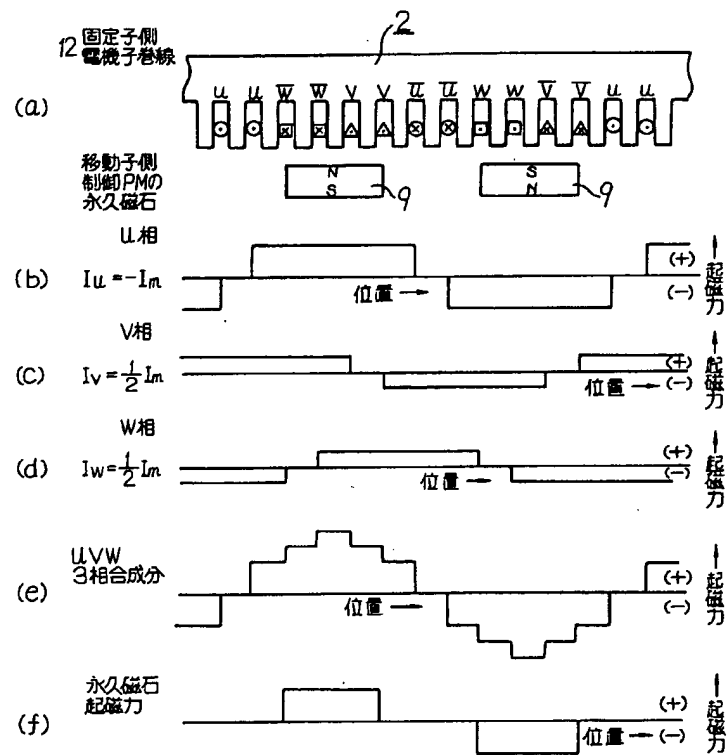
第5図



第6図



第7図



第8図